



ICAO

**Vingt-troisième réunion du Groupe régional AFI de Planification et de Mise en œuvre
(APIRG/23)
(Réunion virtuelle - 24, 25 et 26 novembre 2020)**

Point 4 de l'ordre du jour : Autres questions de navigation aérienne

4.1 Initiatives de l'industrie et autres questions de navigation aérienne

Statut de développement du "SBAS for Africa & Indian Ocean"

(Présenté par XXX au nom des Etats Membres de l'ASECNA)

(Préparé par l'ASECNA)

RESUME

Les bénéfices des services SBAS sont aujourd'hui largement reconnus par les usagers de l'espace aérien. En région AFI, où ces bénéfices seront bien plus importants dans le reste du monde, un nombre croissant d'usagers démontrent un intérêt pour ces services, et certains appellent à accélérer leur déploiement.

Le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean" (A-SBAS), reconnu par l'OACI au sein de l'Annexe 10, a dans ce cadre pour principal objectif la fourniture autonome de services SBAS à partir de 2024, avec une couverture progressive du continent. Ces services soutiendront les opérations en-route/NPA, APV-1 et CAT-I, et amélioreront ainsi les opérations PBN et ADS-B pour toutes les phases de vol.

Cette note de travail présente le statut de développement de ce programme, ainsi que l'état d'avancement du dialogue avec les usagers concernant l'adoption des services.

La réunion est invitée à :

- noter l'intérêt croissant des usagers de l'espace aérien pour les opérations SBAS en région AFI, ainsi que les progrès importants réalisés dans le développement du « SBAS for Africa & Indian Ocean »
- recommander :
 - d'accélérer la fourniture de services SBAS dans la région AFI, sur la base du « SBAS for Africa & Indian Ocean » et de toute autre initiative qui pourrait voir le jour, afin de permettre aux usagers intéressés de tirer profit dès que possible des bénéfices en matière de sécurité, d'efficacité et d'environnement ; les services existants de navigation continuent d'être rendus aux usagers non intéressés auquel aucun mandat d'emport ne devrait être appliqué
 - qu'aucune restriction opérationnelle injustifiée pour raison de défaut d'équipement SBAS et qu'aucun coût relatif au SBAS ne soient imposés directement ou indirectement aux usagers n'utilisant pas cette technologie
- recommander d'accélérer la conduite de l'étude CBA SBAS continentale, pour faciliter la prise de décision pour l'adoption du SBAS par la communauté d'usagers non intéressés

Objectifs stratégiques

A – Sécurité, B – Capacité et efficacité de la navigation aérienne, E – Protection de l'environnement

1. INTRODUCTION

1.1 Les usagers intègrent de manière croissante le SBAS dans leur stratégie de navigation, sur la base de leur propre évaluation positive du rapport bénéfices/coûts. Les services SBAS sont en développement exponentiel dans le monde, et des solutions avionique sont de plus en plus disponibles à moindre coûts. Il est considéré que le SBAS sera, après 2030, le système de navigation de référence, comme le GPS l'est aujourd'hui.

1.2 Dans ce contexte, un nombre croissant d'utilisateurs démontrent un intérêt important pour ces services SBAS en région AFI, certains appelant même à accélérer leur déploiement, afin de pouvoir tirer profit de leurs bénéfices dans les meilleurs délais.

1.3 Le programme dénommé "SBAS for Africa & Indian Ocean" constitue une opportunité unique pour répondre à ce besoin. Ce programme, reconnu par l'OACI pour la fourniture de services SBAS en Afrique sous l'identifiant n°7 selon les dispositions de l'Annexe 10, est en cours de développement pour le bénéfice de la région AFI, et vise essentiellement à la fourniture de manière autonome des services SBAS opérationnels à compter de l'horizon 2024, afin de renforcer les opérations de navigation et de surveillance, et ainsi de satisfaire les besoins afférant des usagers.

1.4 Cette initiative constitue par ailleurs comme un catalyseur de l'opérationnalisation du Marché Unique du Transport Aérien en Afrique (MUTAA) et s'inscrit dans la mise en œuvre de la Politique et de la Stratégie Spatiale de l'Union Africaine, qui appelle à la mise en place d'un système "autochtone" de renforcement de niveau continental pour la navigation en Afrique. Elle est développée également dans le cadre du Partenariat Stratégique Afrique-UE.

2. FAISABILITE DU SBAS EN AFRIQUE

2.1 En fournissant un guidage géométrique horizontal et vertical, sans besoin d'infrastructure locale au sol, et en offrant un minima pouvant aller jusqu'au 200 pieds comme pour l'ILS CAT-I, les services SBAS fournissent une solution efficace pour des approches de précision partout et en tout temps, tout en permettant d'améliorer la disponibilité et la flexibilité des routes RNAV.

2.2 Les performances de ces services SBAS peuvent être affectées par la perturbation des signaux des constellations de base à cause de l'ionosphère, plus particulièrement dans la région équatoriale où elle a une dynamique particulière par rapport à celle des moyennes et hautes latitudes.

2.3 Dans ce contexte, des études de faisabilité ont été conduites entre 2011 et 2015 pour caractériser de l'ionosphère et optimiser les algorithmes de correction SBAS pour la région équatoriale Africaine.

2.4 Avec le soutien de l'Agence Spatiale Française (CNES) et de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), un réseau dédié de stations GNSS, appelé SAGAIE, a été déployé pour collecter et traiter les données GNSS réelles des constellations de base.



Figure 1: Réseau SAGAIE de stations GNSS

2.5 Les études conduites ont porté sur une analyse des scintillations, des bulles de plasma et du Contenu Electronique Total (TEC), afin de caractériser les phénomènes physiques de l'ionosphère équatoriale. Elles ont également compris une émulation SBAS en utilisant une plateforme de test représentative et des algorithmes de correction SBAS innovants.

2.6 Ces études ont démontré la faisabilité d'un niveau de service SBAS APV-1 conforme avec les dispositions de l'Annexe 10 de l'OACI, y compris pendant les périodes d'activité élevée de l'ionosphère.

2.7 Cette démonstration positionne l'ASECNA à la pointe de cette problématique technique dans le monde.

3. FOURNITURE DE SERVICES ET INFRASTRUCTURE

3.1 Le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean" vise principalement la fourniture autonome de service de sauvegarde de la vie (SoL) pour les applications critiques de sécurité dans l'aviation, en soutien aux opérations en-route/NPA, APV-I et CAT-I selon trois niveaux de service distincts.

3.2 La stratégie globale de fourniture de service consiste à répondre aux besoins des utilisateurs avec une approche incrémentale en termes de couverture et de performances, tout en considérant l'évolutivité vers la prochaine génération DFMC (Bi-fréquence Multi-Constellation).

3.3 Plus particulièrement, le plan de fourniture de services comprend trois étapes essentielles :

- Fourniture d'un service pré-opérationnel à partir de 2020 en Afrique de l'Ouest et Centrale, pour soutenir des démonstrations de terrain ;
- Fourniture de services mono-fréquence (L1) à partir de 2024 avec une couverture progressive potentielle du continent, pour soutenir les opérations en-route jusqu'aux approches CAT-I ;
- Fourniture de services DFMC au-delà de l'horizon 2028-2030, pour soutenir des opérations CAT-I autoland, voire au-delà

3.4 Le signal dans l'espace sera conforme aux normes et pratiques recommandées de l'OACI contenues dans l'Annexe 10, aux spécifications de performances opérationnelles minimales correspondantes du RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) et de l'EUROCAE (Organisation européenne pour l'équipement de l'aviation civile). Il sera ainsi interopérable avec les autres SBAS, assurant une transition sans couture pour les aéronefs allant vers et venant d'autres zones de service SBAS.

3.5 L'infrastructure pour soutenir cette fourniture autonome de services sera la propriété d'acteurs Africains qui l'opéreront, telle une solution déployée par l'Afrique pour le bénéfice de l'Afrique.

3.6 Cette infrastructure comprendra un réseau de stations de référence (NRS), des centres de contrôle des missions (MCC), des stations de liaison montante (NBS), un réseau étendu de transport de données SBAS, et un segment spatial comprend un ou plusieurs satellites géostationnaires.

3.7 Les messages de correction SBAS sont générés par une infrastructure sol et transmis aux aéronefs dans les zones de service grâce à un ou plusieurs satellites géostationnaires, constituant le segment spatial. Les messages de correction sont calculés au niveau de Centres de Contrôle de la Mission (MCC) par des algorithmes utilisant les données des constellations GPS et GALILEO, collectées par un réseau de stations de référence (NRS) dont la répartition géographique permet d'optimiser l'observation des satellites et des conditions de propagation de leurs signaux. Ces messages sont ensuite transmis par des Stations de liaison montante (NBS) au segment spatial qui, à son tour, diffuse ces messages à tous les avions dans les zones de service.

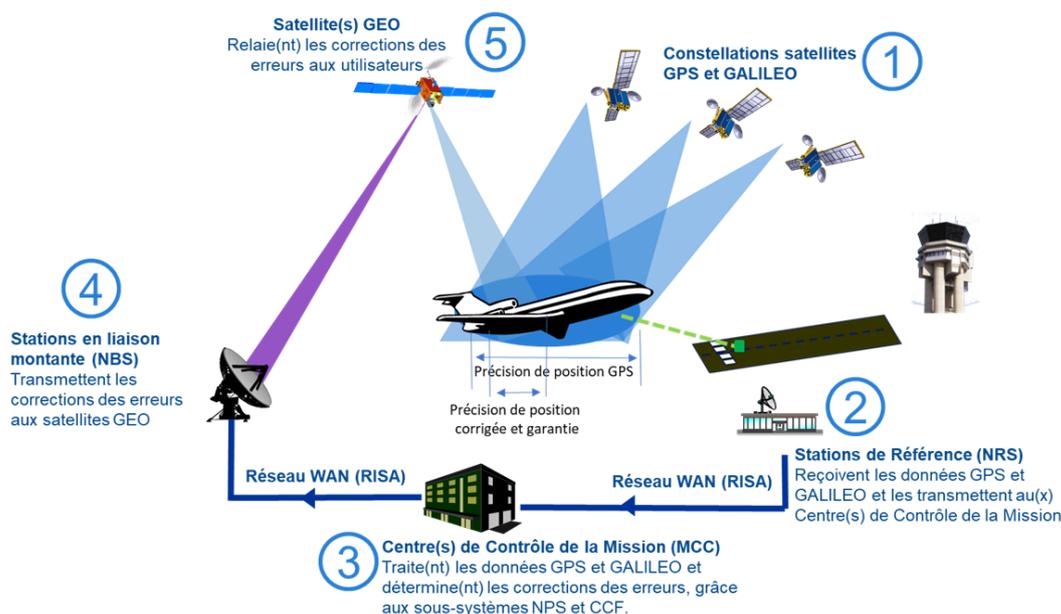


Figure 2: Concept du "SBAS for Africa & Indian Ocean"

3.8 Concernant les services L1, le statut de développement du système à ce jour est le suivant :

- L'architecture du système est pleinement définie
- La conception préliminaire du système, en conformité avec l'architecture définie, est terminée
- Les zones de service progressives et les performances associées sont validées
- Les plans de développement et de déploiement du système sont élaborés, tout comme le plan de migration vers le DFMC

3.9 Les prochaines étapes visent à procéder au Développement, à la qualification, au déploiement et à la mise en opération du système. Les Revues de Conception Critique (CDR) et d'Acceptation (AR) sont prévues respectivement en 2022 et 2023, en vue d'une déclaration des services en 2024.

4. COUVERTURE ET PERFORMANCE POTENTIELLES

4.1 La couverture et les performances potentielles sont aujourd'hui validées avec un engagement industriel. Les cartes suivantes montrent les performances atteignables sur la région AFI pour les niveaux de service en-route/NPA et APV-1 :

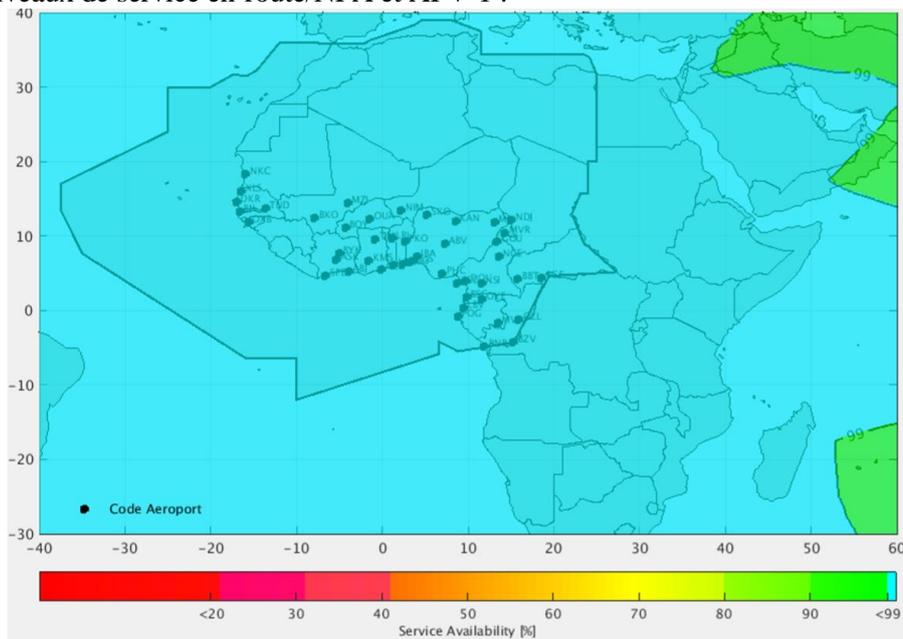


Figure 3: Carte de disponibilité du service En-route/NPA

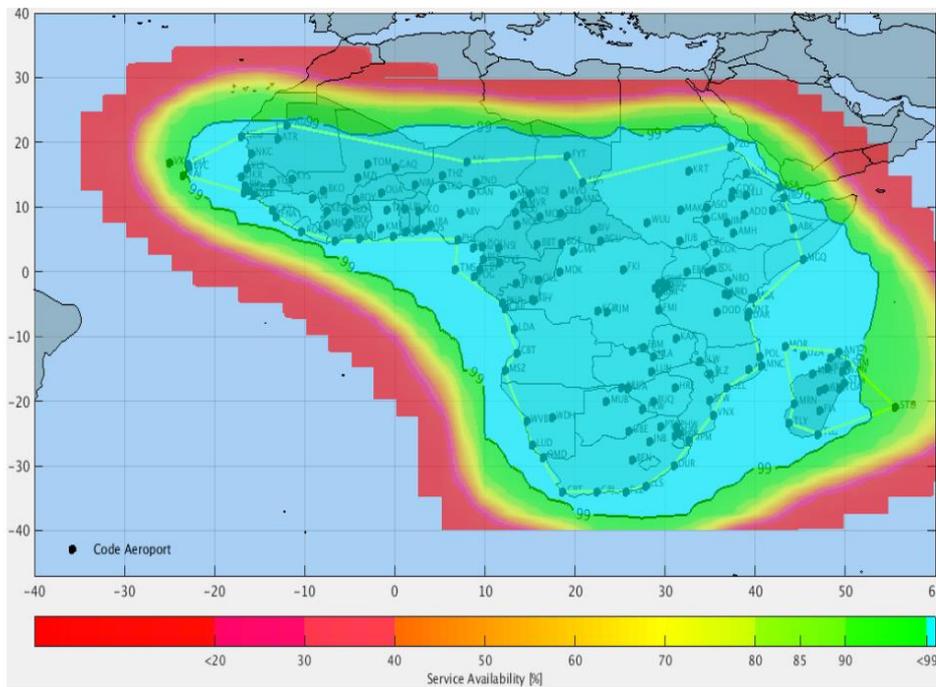


Figure 4: Carte de disponibilité du service APV-1

5. SERVICE PRÉ-OPÉRATIONNEL

5.1 Première étape majeure du plan de fourniture de services “SBAS for Africa & Indian Ocean”, la fourniture du service pré-opérationnel SBAS est effective depuis septembre 2020. Il s’agit du premier service ouvert SBAS à être rendu dans cette région du globe.

5.2 Ses objectifs principaux sont de réaliser des essais techniques, de développer les compétences pour les opérations et de conduire, avec les compagnies aériennes partenaires (ASKY, Air Côte d’Ivoire, Air Sénégal, Air France, Emirates ...) des démonstrations de terrain dans le domaine aviation pour les avions et les hélicoptères, pour promouvoir les bénéfices des futurs services SBAS de sauvegarde de la vie. Les démonstrations avion porteront sur des vols de procédure d’arrivée de transition RNP à LPV et de procédure LPV. Les démonstrations hélicoptères porteront quant à elles sur des routes de basse altitude (LLR) et d’approche « Point-in-space » (PinS).

5.3 Ce premier service repose sur la transmission d’un signal de test, à partir d’une infrastructure pré-opérationnelle déployée avec le soutien de Thales Alenia Space et de son partenaire nigérian Nigcomsat Ltd. Cette infrastructure comprend le réseau de stations GNSS SAGAIE, un démonstrateur, une station de liaison montante et le satellite géostationnaire NigComSat-1R.

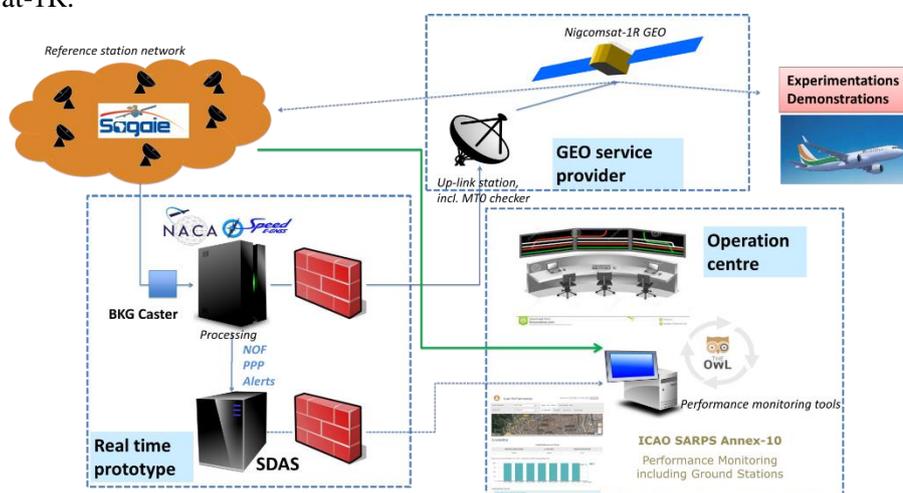


Figure 5 : Architecture du système pré-opérationnel

5.4 Ce signal est conforme aux normes et pratiques recommandées de l’OACI (Annexe 10) ainsi qu’aux spécifications de performances opérationnelles minimales du RTCA (DO-229E). Il comprend un message standardisé de type MTO, qui évite toute utilisation pour des applications critiques de sécurité, notamment par des aéronefs dotés de récepteurs SBAS certifiés. Il est visible dans l’ensemble de la région AFI, jusqu’aux côtés ouest-australiennes, ainsi qu’en Europe, suivant la zone de couverture du satellite NigComSat-1R :



Figure 6: Couverture du GEO Nigcomsat 1-R (PRN 147)

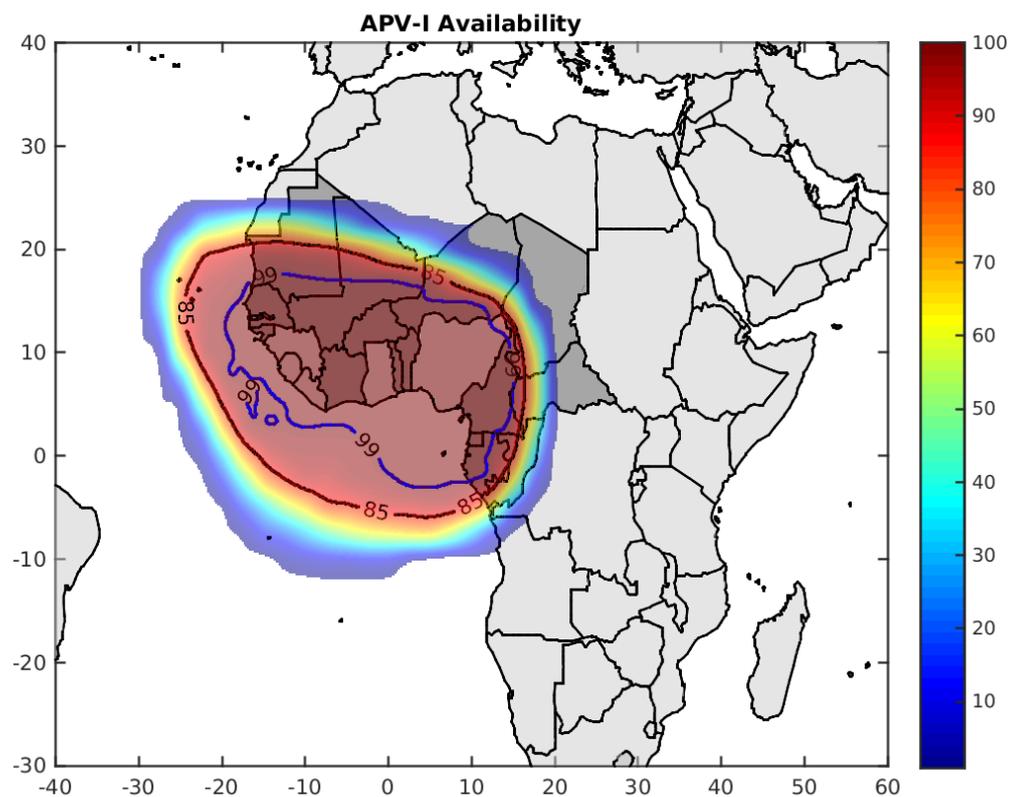


Figure 7: Disponibilité du service APV-I pré-opérationnel (5 octobre 2020)

5.5 Considérant le nombre limité de stations SAGAIE, qui n'ont pas la même robustesse que les futures stations NRS, et même si le cycle solaire est actuellement à un niveau bas, les performances observées pour ce service pré-opérationnel sont excellentes. Elles confirment sur le terrain l'adéquation des modèles ionosphériques et l'efficacité des algorithmes de correction avancés qui ont été développés.

5.6 Suivie par la communauté internationale, la fourniture de ce service pré-opérationnel SBAS constitue une avancée majeure pour la navigation par satellite en Afrique.

6. UTILISATION DES SERVICES SBAS

6.1 Les bénéfices du SBAS sont aujourd'hui largement reconnus par les usagers de l'espace aérien, sous l'effet de l'expansion globale des services SBAS dans le monde. Un nombre

important de compagnies aériennes ont déjà intégré ou prévoit d'intégrer le SBAS dans leur stratégie de navigation, sur la base de leur propre évaluation positive du rapport bénéfices/coûts.

6.2 L'utilisation des services SBAS apporte en effet de nombreux bénéfices aux usagers pour toutes les phases de vol, de l'en-route jusqu'aux approches, grâce à l'amélioration des opérations PBN et ADS-B, améliorant significativement la sécurité et l'efficacité des vols.

6.3 Une étude analyse coûts-bénéfices (CBA) récemment conduite par l'ASECNA avec le concours de la société EGIS-AVIA et le soutien du Bureau Conjoint de Gestion de Programme (JPO) EGNOS-Afrique, a évalué la rentabilité de l'utilisation des services SBAS par les compagnies aériennes dans l'espace AFI sur la période 2025-2045.

6.4 Il est important de souligner que cette étude s'est concentrée sur les profits pour les compagnies aériennes, et n'a pas adressé les perspectives des fournisseurs de services de navigation aérienne, les gestionnaires d'aérodromes, ainsi que les Etats et les citoyens.

6.5 Cette étude a évalué les profits nets globaux en tant que différence entre la valeur actuelle des bénéfices (de l'utilisation des services SBAS) et la valeur actuelle des coûts (d'acquisition de la capacité SBAS). Elle a aussi évalué le ratio entre les profits nets et les coûts afin de mettre en évidence le retour sur investissement, et le délai de rentabilisation qui représente la période de temps pour récupérer l'investissement initial.

6.6 De manière conservatrice, les bénéfices quantifiés ont compris :

- La réduction du risque de CFIT (Controlled Flight Into Terrain)
- La réduction des retards et des détournements
- La réduction du temps de vol, grâce à :
 - L'élimination de la pratique opérationnelle d'atterrissage à contre-QFU
 - L'optimisation des trajectoires d'approche
 - L'optimisation des trajectoires en-route en espace sous couverture ADS-B

6.7 Tous les autres bénéfices, comme l'augmentation des options pour les aéroports de détournements, la réduction de l'emport carburant, l'amélioration de la régulation des vols, la suppression de l'exigence de vérification RAIM avant le départ, ou encore l'augmentation des cadences piste, n'ont pas été quantifiés.

6.8 Les coûts quantifiés ont compris :

- L'acquisition, l'intégration et l'installation des équipements bord SBAS
- La formation des équipages, et la documentation technique/opérationnelle
- La certification

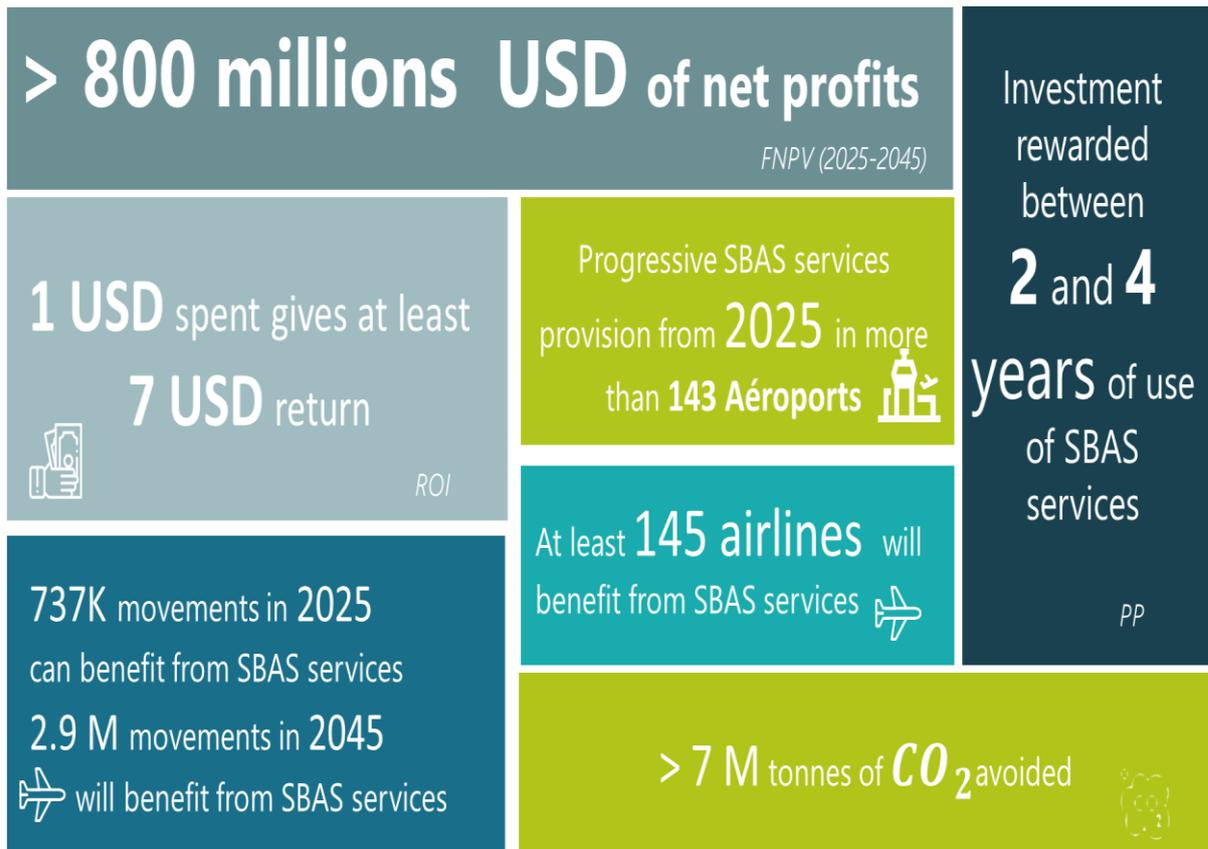


Figure 8 : Résultats de l'étude CBA SBAS pour les compagnies aériennes

6.9 L'étude a montré, de manière conservatrice, que les profits nets pour les compagnies aériennes générés par leurs opérations SBAS en région AFI seront supérieurs à 800 millions d'USD. Sur la même période, les émissions de CO₂ seront réduites de plus de 7 millions de tonnes.

6.10 En termes de retour sur investissement global, l'utilisation des services SBAS générera pour les usagers un profit net supérieur à 7 USD pour chaque USD dépensé. Concernant le délai de rentabilisation, l'investissement initial des usagers pour acquérir la capacité SBAS sera récupéré entre 2 et 4 ans après l'utilisation des services.

6.11 Ces résultats ont été revus avec les compagnies aériennes comme ASKY, Air Côte d'Ivoire, Air Sénégal et Air France.

7. ADOPTION DES SERVICES SBAS

7.1 Les usagers intègrent de manière croissante le SBAS dans leur stratégie de navigation. Les services SBAS sont en développement exponentiel dans le monde, et des solutions avionique sont de plus en plus disponibles à moindre coûts.

7.2 Plusieurs compagnies aériennes opérant dans l'espace AFI, comme ASKY, Air France ou Qatar Airways, sont non seulement intéressées par les services SBAS, mais appellent aussi à accélérer leur déploiement pour améliorer la sécurité et l'efficacité de la navigation aérienne sur le continent.

7.3 D'autres compagnies sont aussi en train d'évaluer la possibilité d'adopter le SBAS, étant donné le nombre croissant de solutions SBAS bord offertes par les avions à des coûts très acceptables. Dans ce cadre, des compagnies basées en Afrique, comme Ethiopian Airlines, ont déjà acquis la capacité SBAS.

7.4 La tendance des solutions avioniques SBAS est en effet très positive, également sous l'effet du mandat d'emport ADS-B aux Etats-Unis et de la réglementation PBN en vigueur en Europe.

7.5 Il est attendu que le nombre d'avioniques disponibles de base ou en retrofit augmentera de manière significative dans les prochaines années. Aujourd'hui, les capacités SBAS sont disponibles en natif (de base ou en option), ou en solutions retrofit sur les Airbus A220 et A350, les ATR 42 et 72, les Embraer ERJ135-140-145-170-175-190-195 ou encore les Bombardier Q-Series et CRJ, pour ne citer que certains types avion. Les familles A320/A330, A380 et B737 disposeront d'une capacité SBAS sous peu. A partir de 2025-27, il est prévu que tous les nouveaux avions offrent des capacités SBAS.

8. PROCHAINES ETAPES

8.1 Le sens de l'histoire va vers l'introduction du SBAS dans le monde comme des opérations de référence, à l'instar du GPS aujourd'hui.

8.2 Un nombre croissant d'utilisateurs démontrent un intérêt pour ces services en région AFI, certains appelant même à accélérer leur déploiement, afin de pouvoir tirer profit de leurs bénéfices dans les meilleurs délais.

8.3 Le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean" constitue une opportunité unique pour répondre à ce besoin et son développement est à encourager, comme pour toute autre initiative SBAS qui pourrait émerger sur le continent.

8.4 Quant à la communauté des utilisateurs non encore intéressés, elle ne sera pas pénalisée par les opérations SBAS, les services de navigation existants continuant d'être rendus et aucun mandat d'emport ne devant être appliqué. Afin de faciliter à terme la prise de décision par cette communauté en vue de l'adoption du SBAS, la conduite de l'étude continentale CBA SBAS doit être accélérée.

9. SUITES À DONNER PAR LA RÉUNION

9.1 La réunion est invitée à:

- noter l'intérêt croissant des utilisateurs de l'espace aérien pour les opérations SBAS en région AFI, ainsi que les progrès importants réalisés dans le développement du « SBAS for Africa & Indian Ocean »
- recommander :
 - d'accélérer la fourniture de services SBAS dans la région AFI, sur la base du « SBAS for Africa & Indian Ocean » et de toute autre initiative qui pourrait voir le jour, afin de permettre aux utilisateurs intéressés de tirer profit dès que possible des bénéfices en matière de sécurité, d'efficacité et d'environnement ; les services existants de navigation continuent d'être rendus aux utilisateurs non intéressés auquel aucun mandat d'emport ne devrait être appliqué
 - qu'aucune restriction opérationnelle injustifiée pour raison de défaut d'équipement SBAS et qu'aucun coût relatif au SBAS ne soient imposés directement ou indirectement aux utilisateurs n'utilisant pas cette technologie
- recommander d'accélérer la conduite de l'étude CBA SBAS continentale, pour faciliter la prise de décision pour l'adoption du SBAS par la communauté d'utilisateurs non intéressés